

*Камбарова Г.Б., Кенчи кызы Э.*

**КАРА-КЕЧЕ ЖАНА АК-УЛАК КАВАК КҮРӨҢ КӨМҮР  
БАССЕЙНДЕГИ КӨМҮР КЕНДЕРИНИН ХИМИЯЛЫК ТЕХНОЛОГИЯЛЫК  
МҮНӨЗДӨМӨСҮ**

*Камбарова Г. Б., Кенчи кызы Э.*

**ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
УГЛЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАРА-КЕЧЕ И АК-УЛАК КАВАКСКОГО  
БУРОУГОЛЬНОГО БАССЕЙНА**

*G.B. Kambarova, Kenchi kuzu E.*

**CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS  
OF COAL DEPOSITS OF THE KARA-KECHE AND AK-ULAK  
KAVAK LIGNITE BASIN**

УДК: 622.71

*Көмүрдү кайра иштетүүнүн жолун табуу жана андан химиялык продуктуларды алуу максатында Кара-Кече жана Ак-Улак Кавак күрөң көмүр бассейниндеги көмүр кендеринин физика-химиялык жана технологиялык касиеттерин изилдөөнүн жыйынтыктары келтирилди. Көмүргө термикалык деструкция процесси жүргүзүлүүнүн негизинде көмүрдү комплекстүү түрдө пайдалануунун жана ар түрдүү продукцияларды алуунун мүмкүнчүлүгү көрсөтүлгөн. Бул көмүр кендеринин күрөң көмүрлөрүн жылуулук технологиялык колдонуудан тышкары дагы көптөгөн химиялык бирикмелерди алуу үчүн да колдонууга боло тургандыгы көрсөтүлгөн.*

**Негизги сөздөр:** көмүр, элементтик курамы, көмүрдүн касиети, пиролиз, термикалык деструкция, пиролиздин продуктысы.

*В данной статье приводятся результаты исследований физико-химических и технологических свойств углей месторождений Кара-Кече и Ак-Улак Кавакского бурого угольного бассейна с целью нахождения способов переработки и использования углей для получения из них химических продуктов. Проведен процесс термической деструкции угля, который дает возможность комплексно использовать уголь и получать различные виды продукции. Показано, что бурые угли этих месторождений кроме энерготехнологического использования могут найти применение для получения ряда химических соединений.*

**Ключевые слова:** уголь, элементный состав, свойства угля, пиролиз, термическая деструкция, продукты пиролиза.

*In this article the results of physico-chemical and technological properties of coal field Kara-Keche and Ak-Ulak Kavak brown coal basin with a view to finding ways of processing and use of coal to produce from these chemicals. Spend coal thermal degradation process, which makes it possible to use coal in a complex and have different kinds of products. It is shown that this lignite fields apart energotechnological use can be applied for a number of chemical compounds.*

**Key words:** coal, element composition, properties of coal, pyrolysis, thermal destruction, pyrolysis products.

Одной из важнейших задач экономики каждой страны мира является поиск сырья и создание эффективных технологий его переработки, что позволило бы получать продукцию, производимую в

настоящее время на основе нефти и природного газа. Таким сырьем, по мнению специалистов, является твердое топливо, в частности уголь, запасы которого значительно превосходят запасы нефти и природного газа [1,2].

Разработка технологий, овладение эффективными способами переработки и комплексного использования углей является одним из этапов в создании энергетики будущего [3].

Однако проблема заключается не только в том, чтобы получать искусственные жидкие топлива и химические продукты из углей и других горючих ископаемых, но и в том, чтобы получать их относительно дешевыми и легкодоступными способами.

В последнее время во всем мире [4-10] возрос интерес к проблеме переработки топлив в ценные химические продукты, в том числе и жидкое топливо, путем проведения низкотемпературного пиролиза, который является наиболее простым по сравнению с традиционными методами: ожижения (метод Бергиуса) и синтеза путем предварительной модификации процесса (метод Фишера-Тропша). Преимущество низкотемпературного пиролиза заключается в том, что он дает возможность комплексно использовать топливо и получать различные виды продукции путем предварительного проведения мероприятий по модификации органической массы угля (ОМУ) [11-12].

Высказанные выше соображения в полной мере относятся к энергетическим проблемам Кыргызстана, имея в виду острый дефицит жидкого и газообразного топлива, а также целого ряда других ценных химических продуктов.

Как известно, на территории Кыргызстана залегают угли разных марок – от бурого до антрацита, причем на долю бурых приходится 84% от всех запасов углей. В связи с этим остро встал вопрос поиска путей и способов переработки этих углей и получения на их основе продуктов, необходимых для покрытия бытовых нужд, для сельского хозяйства, а также для использования в медицине и других отраслях промышленности. С этой целью необходимо проводить систематическое

изучение кыргызских углей и находить условия по модификации структуры ОМУ для получения из них наиболее ценных химических продуктов.

В современном топливно-энергетическом балансе Кыргызстана ископаемый уголь играет ведущую роль, составляя более половины энергоресурсов.

К настоящему времени известно около 70 месторождений и углепроявлений. Они группируются в четыре бассейна – Южно-Ферганский (Сулукта, Кызыл-Кия, Бешбурхан, Абшир, Алмалык); Узгенский (Кок-Янгак, Кок-Кыя, Туюк, Каргаша, Кумбель, Зиндан); Северо-Ферганский (Таш-Кумыр, Кара-Тут, Тегенек); Кавакский (Кок-Мойнок, Мин-Куш, Кара-Кече, Ак-Улак) и три угленосных района: Алайский, Алабука-Чатыркульский и Южно-Иссыккульский.

В Кыргызской Республике прогнозные запасы 70 основных угольных месторождений оцениваются более чем 2,2 млрд. тонн.

С целью нахождения путей переработки и использования углей для получения из них ряда ценных химических продуктов нами были проведены работы по изучению физико-химических и технологических свойств углей месторождений Кара-Кече и Ак-Улак Кавакского бурогоугольного бассейна.

Кавакский бурогоугольный бассейн расположен в Жумгалском районе, в межгорной впадине Мин-Куш и Кара-Кече, между горами Молдо-Тоо и Северный Кавак. Бассейн протягивается с запада на восток на 75 км, шириной 9 км. В бассейне расположены угольные месторождения Кок-Мойнок, Мин-Куш, Кашка-Суу, Туура-Кавак, Ак-Улак, Кара-Кече и др.. Кроме того в бассейне известны угольные проявления Сары-Камыш, Кичи-Сары-Булак,

Кокомерен, Кара-Чоолу.

Месторождение Кара-Кече расположено в восточной части Кавакского бурогоугольного бассейна. Запасы угля – 312,6 млн. тонн. В разрезе юрской толщи Кара-Кече установлено два пласта угля: основной и сложный, разделенные между собой пачкой аргиллитов и алевролитов мощностью от 9 до 35 м.

Пласт сложный имеет сложное строение. Мощность угольных пачек колеблется от 0,17 – 0,34 до 15,6 м.

Пласт основной имеет простое строение. Он представлен одной пачкой матового угля. Мощность пласта изменяется от 5 до 82,5 м. Уголь месторождения Кара-Кече бурый группы БЗ.

Участок Ак-Улак расположен в восточной части северной полосы юрских отложений. Строение пласта на участке Ак-Улак сложное, пласт состоит из 3-5 пачек угля, углистых алевролитов и аргиллитов. Разрез Ак-Улак имеет мощность 5,0-180 м. Запасы угля – 69077 тыс. т.

Кара-Кечинский уголь представлен двумя пробами: 1К - горизонт 2810, прямая линия 5-5 и 2К - горизонт 2810, прямая линия 4+25. По внешнему виду угли блестящие, крепкие, марки БЗ. По результатам анализа (табл. 1-6) эти пробы углей по многим показателям не имеют резких отличий.

Ак-Улакский уголь представлен 3 пробами с зольностью 17-19%. Первая проба 1А – горизонт 2602, 1+75; вторая проба – 2А, горизонт 2602, 2-2 и третья проба – 3А, горизонт 2602, 2-2. Угли по внешнему виду блестящие с включением сульфидов, марки БЗ.

Таблица 1

Технический состав угля

Проба	Влага (W),%		Зола (A <sup>d</sup> ),%	Летучие вещества (V <sup>daf</sup> ),%	Битумы (B <sup>daf</sup> ),%
	внешняя	аналитическая			
1К	9,68	11,68	10,24	34,45	0,45
2К	6,07	16,05	16,85	38,45	0,64
1А	10,36	10,98	17,94	35,32	0,57
2А	9,39	12,21	17,31	30,40	0,55
3А	9,30	11,90	19,97	33,68	0,96

Таблица 2

Физико-химические характеристики углей

Проба	Гуминовые кислоты (HA <sup>daf</sup> ), %	Плотность, г/см <sup>3</sup>		Функциональный состав, % daf	
		кажущаяся	действительная	-COOH	-OH
1К	6,30	1,17	1,51	0,99	5,27
2К	10,29	1,21	1,58	0,78	4,61
1А	0,43	-	1,63	0,15	3,35
2А	0,61	-	1,62	0,15	3,37
3А	3,39	-	1,69	0,16	1,41

Таблица 3

Проба	Теплотворная способность углей			
	Теплота сгорания			
	$Q_r^t$		$Q_s^{daf}$	
	ккал/кг	МДж/кг	ккал/кг	МДж/кг
1К	5095	21,32	7514	31,44
2К	4911	20,55	7730	32,34
1А	5023	21,00	8090	33,85

Таблица 4

Проба	Элементный состав, % на $daf$					Атомные отношения	
	C	H	N	S	O	C/H	O/C
1К	77,59	4,10	1,32	0,46	16,53	1,58	0,16
2К	76,13	4,61	1,17	0,47	17,62	1,38	0,17
1А	78,96	4,28	1,01	0,62	15,13	1,54	0,14
2А	78,96	4,74	0,74	0,65	14,91	1,39	0,14
3А	79,59	4,15	1,02	0,64	14,60	1,60	0,14

Таблица 5

Проба	Петрографический состав, %				
	витринит $V_t$	семивитринит $S_v$	инертинит $Y$	липтинит + микстинит $L+M$	минеральные вещества $M_1$
1К	35,0	7,0	44,5	5,0	8,5
1А	32,0	15,0	44,0	4,0	5,0

Таблица 6

Проба	Химический состав золы углей							
	Макроэлементный состав золы, %							
	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	MnO	TiO <sub>2</sub>
1К	22,0	12,0	25,0	17,0	3,0	0,3	0,4	0,12
2К	25,0	5,0	29,0	13,0	4,0	0,12	0,5	0,7
1А	45,0	20,0	25,0	1,2	1,5	0,4	0,2	0,15
2А	45,0	20,0	27,0	4,0	2,0	0,3	0,4	0,12
3А	50,0	20,0	25,0	3,0	1,5	0,5	0,2	0,12

Угли месторождения Кара-Кече и Ак-Улак не окисленные, поскольку выход гуминовых кислот из них низкий. Содержание в них углерода высокое. Исследованные пробы угля высококалорийные. Угли плотные с низкими выходами битумов и первичных смол полукоксования. Такие угли при термообработке не плавятся и не переходят в пластическое состояние.

По результатам элементного анализа можно сказать, что угли этих месторождений относятся к

бурым углям марки БЗ. Угли этой марки по внешнему виду и твердости напоминают каменные угли и по своему генезису относятся к углям средней и высокой степени углефикации.

Одним из путей переработки углей является процесс пиролиза без доступа воздуха с получением ряда ценных продуктов – первичной смолы, горючего газа и высококалорийного бездымного твердого остатка – полукокса. Выход продуктов пиролиза приведен в таблице 7.

Таблица 7

Проба	Выход продуктов полукоксования, %			
	Полукок, $T_{sk}^{daf}$	Смола, ( $sk^a$ )	Пирогенетическая вода, $W_{sk}^a$	Газ, $G_{sk}^a$
1К	74,36	2,85	1,32	10,50
2К	73,79	3,07	2,00	8,10
1А	75,56	4,30	1,02	9,25
2А	75,84	5,04	1,79	6,05
3А	75,75	4,18	1,10	8,30

Основную массу термической деструкции углей составляет твердый остаток (74-76%), представляющий собой высокообуглероженный углеродный материал. Полученный полукок по своему физическому состоянию является порошком, а значит, не может переходить в пластическое состояние.

В результате было установлено, что содержание

первичной смолы в данных углях невысокое и составляет от 3 до 5%.

Был изучен групповой состав первичной смолы и газа (табл. 8-9). В составе первичной смолы установлено большое содержание фенолов и нейтральных масел. Газ состоит в основном из оксидов углерода (более 50%) и предельных углеводородов (30%).

Таблица 8

Состав, образующихся газов при пиролизе углей

Проба	Состав газа, об.%					
	CO <sub>2</sub> +H <sub>2</sub> S	C <sub>n</sub> H <sub>m</sub>	CO	H <sub>2</sub>	C <sub>n</sub> H <sub>2n+2</sub>	N <sub>2</sub>
1К	40,0	2,7	14,0	10,7	29,6	3,0
2К	40,2	2,7	13,5	11,0	29,9	2,7
1А	40,3	2,9	12,7	13,6	28,2	2,3
2А	40,0	3,0	12,5	14,0	28,5	2,0
3А	39,9	2,8	12,4	14,0	28,6	2,2

Таблица 9

Групповой состав смолы

Проба	Групповой состав смолы, %							
	Свободный углерод	Карбоновые кислоты	Фенолы	Основания	Асфальтены	Парафины	Нейтральные масла	Продукты, растворимые в CH <sub>3</sub> OH
1К	6,2	1,1	20,0	1,2	3,0	1,0	50,0	10,5
2К	6,9	1,0	20,0	1,2	3,0	1,0	49,9	10,6
1А	10,3	0,38	19,40	1,0	2,70	0,42	52,21	11,5
2А	10,0	0,40	19,24	0,98	2,68	0,42	50,94	12,13
3А	9,8	0,34	19,32	0,96	2,73	0,42	52,17	11,9

Ранее были изучены [13-14] закономерности изменения органической массы угля при термической обработке, оценены направленность процесса и влияние апротонных кислот на образование конденсированных структур в их макромолекулах. Найдены оптимальные условия этого процесса и разработан способ получения из ачулакского угля бензолкарбоновых кислот, которые являются мономерами для синтеза термостойких полимеров, лаков, биологически активных соединений и др.

Таким образом, показано, что энергетические бурые угли месторождений Ак-Улак и Кара-Кече Кавакского бурого угольного бассейна кроме энерготехнологического использования могут найти применение для получения ароматических кислот, фенолов, углеводородов, гетероциклических соединений и др.

**Литература:**

- Шпирт М.Я. Оценка максимального выхода синтетической нефти и метана в процессах переработки углей // ХТТ.- 2011. - №4. - С. 3-12.
- Калечиц И.В. Уголь в современном мире, перспективы его изучения и использования // ХТТ. - 2001.- №3. - С. 3-9.
- Шпирт М.Я. Экологически чистое использование угля как надежный вариант устойчивого развития энергетики // ХТТ. - 2002.- №1. - С. 80-86.
- Горлов Е.Г., Худяков Д.С. Получение спиртоводоугольной суспензии (СВУС) на базе углей Канско-Ачинского бассейна // ХТТ. - 2002. - №5.- С. 22-44.
- Демесинова А.А. Топливо-энергетические ресурсы Казахстана: Современное состояние и перспективы // Наука и новые технологии.- Б., 2009. - №2. - С. 63-65.
- Лиштван И.И., Дударчик В.М., Крайко В.М. и др. Пиролиз смесей на основе горючего сланца и бурого угля Беларуси и характеристика получаемых топливных продуктов // ХТТ. - 2014. - №2. - С.3-7.
- Шарыпов В.И., Береговцова Н.Т., Кузнецов Б.Н. Переработка углей в жидкие продукты методами гидрогенизации и гидропиролиза // ХТТ. -2014. - №2. - С. 44-49.
- Бэтбилег С., Давадонав Я., Пуревсурен Б. и др. Состав и реакционная способность угля месторождения Хоот Монголии // ХТТ. - 2014. - №3.- С. 5-11.
- Носкова Л.П., Сорокин А.П. Моделирование – метод углубления экстракционной переработки угля // ХТТ. - 2014. - №5. - С.3-8.
- Носкова Л.П. Ступенчатая экстракция бурого угля Сергеевского месторождения // ХТТ. - 2014. - №4. - С.12-17.
- Редкина Н.И., Ходаков Г.С., Горлов Е.Г. Суспензионное угольное топливо для двигателей внутреннего сгорания // ХТТ. - 2013. - №5.- С. 54-61.
- Литвиненко Т.А., Камбарова Г.Б., Сарымсаков Ш., Кенчи кызы Э. Факторы, влияющие на термолиз угля // Наука и новые технологии, Б., 2014. - №2. - С. 99-102.
- Сарымсаков Ш. Изучение механизма термической и окислительной деструкции углей месторождений Киргизии с целью получения многоосновных ароматических кислот и их производных // Тез. докладов: Проблемы переработки и использования углей Средней Азии. Фрунзе. 1987. С. 8-10.
- Литвиненко Т.А., Камбарова Г.Б., Сарымсаков Ш., Королева Р.П. Синтез N-содержащих производных меллитовой кислоты. Сообщение I. Анилиды // Известия ВУЗов, Б., 2014. - № 5. - С. 44-48.

Рецензент: к.х.н. Виноградов В.В.